

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 8 月 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 2 5 0 9 7
Application Number:

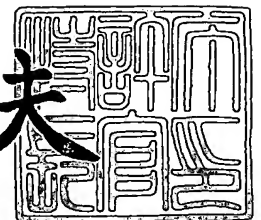
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 2 5 0 9 7]

出 願 人 ローム株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 8 月 1 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 PR2-00217

【提出日】 平成14年 8月 1日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 25/03

【発明者】

 【住所又は居所】 京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 ローム株式会社内

 【氏名】 柴田 和孝

【特許出願人】

 【識別番号】 000116024

 【住所又は居所】 京都府京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地

 【氏名又は名称】 ローム株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100087701

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 稲岡 耕作

【選任した代理人】

 【識別番号】 100075155

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 亀井 弘勝

【選任した代理人】

 【識別番号】 100101328

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 川崎 実夫

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 011028

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9401527
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の半導体基板に形成された第 1 の金属突起と第 2 の半導体基板に形成された第 2 の金属突起とを接合する半導体装置の製造方法であって、

上記第 1 の金属突起および第 2 の金属突起のうちの少なくとも一方の先端部に低融点金属からなる層を形成する低融点金属層形成工程と、

上記第 1 の半導体基板と上記第 2 の半導体基板とを離間させた状態で、上記第 1 の半導体基板を上記低融点金属の固相線温度以上の第 1 の温度にし、かつ、上記第 2 の半導体基板を上記低融点金属の固相線温度以下の第 2 の温度にする基板温度調整工程と、

この基板温度調整工程の後、上記第 1 の金属突起と上記第 2 の金属突起とを近接させる金属突起近接工程と、

この金属突起近接工程の後に、上記第 1 の半導体基板および上記第 2 の半導体基板を上記低融点金属の固相線温度以下にする工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 2】

上記低融点金属からなる層が、上記第 2 の金属突起の先端部に形成されており、上記第 1 の金属突起の先端部には形成されていないことを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 3】

上記第 1 の半導体基板が半導体チップであり、上記第 2 の半導体基板が半導体ウエハであることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体チップの上に別の半導体チップを接合したチップ・オン・チップ構造を有する半導体装置の製造方法に関する。

【0002】**【従来の技術】**

いわゆるマルチ・チップ型半導体装置の一形態として、複数個の半導体チップを重ね合わせたチップ・オン・チップ構造がある。チップ・オン・チップ構造の半導体装置では、外部接続される親チップの表面に、この親チップよりも小さな子チップが接合される。1つの親チップの表面に複数個の子チップが接合される場合もある。

【0003】

親チップおよび子チップは、それぞれ活性面に複数の金属突起（バンプ）を備えている。これらの金属突起は、主として金（Au）などの高融点金属からなり、親チップの金属突起および子チップの金属突起の双方または一方には、先端部に錫（Sn）などの低融点金属からなる層が形成されている。

チップ・オン・チップ構造の半導体装置の製造工程において、親チップの活性面と子チップの活性面とが対向され、親チップおよび子チップが低融点金属の融点（固相線温度）以上の温度に加熱される。これにより、金属突起の先端部に形成された低融点金属からなる層は熔融する。その後、親チップの金属突起と子チップの金属突起とが位置合わせされて近接（接触）され、親チップおよび子チップの温度が、低融点金属の融点以下に下げられる。

【0004】

これにより、低融点金属は固化して親チップの金属突起と子チップの金属突起とが、低融点金属を介して電気的および機械的に接合される。上記の接合は、親チップを切り出す前のウエハの状態で行われることもある。この場合、半導体ウエハと子チップとの接合後、半導体ウエハが切断されて、チップ・オン・チップ構造を有する半導体チップの個片にされる。

【0005】**【発明が解決しようとする課題】**

ところが、上記の接合方法では、親チップの金属突起と子チップの金属突起とが近接されたとき、熔融した低融点金属が親チップの金属突起と子チップの金属突起との間から押し出されて側方に流れ出す。これにより、極端な場合には隣接

した金属突起間が電氣的に短絡されてしまう。

また、親チップの代わりに半導体ウエハを用いて、上記の方法により接合を行う場合、半導体ウエハ上に多量（たとえば数千個）の子チップを接合することになる。したがって、すべての子チップが接続されるまでの長い時間、ウエハや子チップは高い温度に過熱された状態にされる。これにより、親チップおよび子チップの特性が劣化する。

【0006】

そこで、この発明の目的は、第1の半導体基板に形成された金属突起と第2の半導体基板に形成された金属突起とを、良好に接合できる半導体装置の製造方法を提供することである。

この発明の他の目的は、半導体基板の特性が劣化しにくい半導体装置の製造方法を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

上記の課題を解決するための請求項1記載の発明は、第1の半導体基板（2，3）に形成された第1の金属突起（5，6）と第2の半導体基板（W）に形成された第2の金属突起（4）とを接合する半導体装置の製造方法であって、上記第1の金属突起および第2の金属突起のうちの少なくとも一方の先端部に低融点金属からなる層（20）を形成する低融点金属層形成工程と、上記第1の半導体基板と上記第2の半導体基板とを離間させた状態で、上記第1の半導体基板を上記低融点金属の固相線温度以上の第1の温度にし、かつ、上記第2の半導体基板を上記低融点金属の固相線温度以下の第2の温度にする基板温度調整工程と、この基板温度調整工程の後、上記第1の金属突起と上記第2の金属突起とを近接させる金属突起近接工程と、この金属突起近接工程の後に、上記第1の半導体基板および上記第2の半導体基板を上記低融点金属の固相線温度以下にする工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法である。

【0008】

なお、括弧内の英数字は、後述の実施形態における対応構成要素等を表す。以下、この項において同じ。

この発明によれば、たとえば、第1の金属突起に低融点金属からなる層が形成されている場合、基板温度調整工程において、この低融点金属からなる層の融液が生ずる。一方、第2の金属突起は、基板温度調整工程において、低融点金属の固相線温度以下の温度にされる。金属突起近接工程により、この低融点金属からなる層と第2の金属突起とが接触すると、溶融した低融点金属は熱を奪われて固化する。低融点金属の融液は、完全に固化しない場合でも、温度が下がることにより流動しにくくなる。

【0009】

したがって、第1の金属突起と第2の金属突起との間から、低融点金属の融液が流れ出すことはない。

その後、第1の半導体基板および第2の半導体基板を低融点金属からなる層の固相線温度以下にする工程により、低融点金属の融液は固化し、第1の金属突起と第2の金属突起とは、低融点金属からなる層を介して電気的および機械的に接合される。

【0010】

第1の金属突起の先端部および第2の金属突起の先端部の双方に低融点金属からなる層が形成されている場合も同様である。

半導体基板の形態は、たとえば、半導体チップ（親チップ、子チップ）や半導体チップを切り出すための半導体ウエハとすることができる。金属突起は、たとえば、金からなるものとすることができ、低融点金属からなる層は、たとえば、錫、錫-鉛からなる合金、錫-銀-銅からなる合金、インジウムなどの半田からなるものとすることができる。第2の温度は、室温であってもよい。

【0011】

第1の温度と第2の温度との差は、ある程度大きい方が上述の効果が得られやすい。このため、第1の温度と第2の温度との差は、たとえば、100℃以上とすることができる。また、第1の温度と第2の温度との差は、200℃以上であってもよい。

上記基板温度調整工程は、上記第1の半導体基板および上記第2の半導体基板をほぼ水平に上下に対向させて配置する対向配置工程を含んでいてもよい。

【0012】

対向配置工程により、第1の半導体基板と第2の半導体基板とは、ほぼ水平にされ互いに上下に対向される。第1の半導体基板と第2の半導体基板とは、金属突起近接工程において、この状態を保ったまま近接されるものとすることができる。この場合、低融点金属の融液は上下方向から、第1の金属突起と第2の金属突起とに挟まれる。このため、低融点金属の融液は、第1の金属突起と第2の金属突起との間から流れ出しにくい。

【0013】

請求項2記載の発明は、上記低融点金属からなる層が、上記第2の金属突起の先端部に形成されており、上記第1の金属突起の先端部には形成されていないことを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法である。

この発明によれば、基板温度調整工程において、第2の半導体基板は低融点金属の固相線温度以下にされるので、低融点金属からなる層は溶融しない。一方、第1の金属突起は、基板温度調整工程において、低融点金属の固相線温度以上にされる。そして、金属突起近接工程により、第1の金属突起が第2の金属突起に形成された低融点金属からなる層に接触すると、接触部近傍の低融点金属からなる層は第1の金属突起から熱を与えられて、温度が低融点金属の固相線温度以上になり、融液が生ずる。

【0014】

その後、第1の半導体基板および第2の半導体基板を低融点金属からなる層の固相線温度以下にする工程により、低融点金属の融液は固化し、第1の金属突起と第2の金属突起とは、低融点金属からなる層を介して電気的および機械的に接合される。

この際、金属突起近接工程により、第2の金属突起上の低融点金属層は第1の金属突起が接触する部分およびその近傍のみが溶融する。このため、第1の金属突起と第2の金属突起との間から、低融点金属の融液が流れ出すことはない。このように、第1の金属突起と第2の金属突起とは、良好に接合される。

【0015】

第1および第2の半導体基板に垂直な方向から見て、第1の金属突起は、第2

の金属突起より面積が小さく、第1の金属突起は、第2の金属突起に完全に重なるように接合されることが好ましい。この場合、低融点金属からなる層全体に占める第1の金属突起の接触部が小さくなり、上記の効果が顕著になる。

請求項3記載の発明は、上記第1の半導体基板が半導体チップ(2, 3)であり、上記第2の半導体基板が半導体ウエハ(W)であることを特徴とする請求項1または2記載の半導体装置の製造方法である。

【0016】

半導体ウエハは、多数(たとえば数千個)の半導体チップに対応する領域を含んだものとすることができる。

この発明によれば、半導体ウエハ上で半導体チップの接合を行うことができる。基板温度調整工程において、第2の半導体基板である半導体ウエハは、第2の温度、すなわち、低融点金属の融点以下の低い温度にされる。したがって、たとえば、数千個の半導体チップを半導体ウエハに接合するのに要する長い時間、半導体ウエハが第2の温度にされても、半導体ウエハの特性は劣化しにくい。

【0017】

半導体ウエハにすべての半導体チップが接合された後、半導体ウエハから半導体チップを切り出すことができる。これにより、チップ・オン・チップ構造を有する第1および第2の半導体チップが得られる。このような半導体装置の製造方法において、半導体チップの接合は、一方の半導体チップがウエハレベルで行われるので、生産性がよい。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下では、添付図面を参照して、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係る製造方法により得られる半導体装置の図解的な断面図である。

この半導体装置は、第1の半導体基板としての子チップ2および子チップ3と、第2の半導体基板としての親チップ1とを、重ね合わせて接合した、いわゆるチップ・オン・チップ(Chip-On-Chip)構造を有している。子チップ2, 3は、親

チップ1より小さい。

【0019】

親チップ1および子チップ2, 3の互いに対向する表面は、それぞれ、機能素子や配線などが形成された活性面1a, 2a, 3aとなっている。親チップ1の活性面1aには、複数の金属突起(バンプ)4が設けられている。金属突起4は金(Au)からなる。活性面1aの周縁部近傍で、活性面2a, 3aが対向していない部分には、外部取出用電極7が設けられている。

子チップ2, 3の活性面2a, 3aには、金属突起4に対応する位置に金属突起5, 6が設けられている。金属突起5, 6は金(Au)からなる。金属突起4と金属突起5, 6との間には、錫(Sn)からなる薄い層(図示せず。)が存在しており、金属突起4と金属突起5, 6とは、この錫の層を介して接合されている。

【0020】

親チップ1の側方には、親チップ1と間隔をあけて、側方へ延びるリードフレーム9が配されている。外部取出用電極7とリードフレーム9とは、ボンディングワイヤ8により接続されている。親チップ1、子チップ2, 3、ボンディングワイヤ8、およびボンディングワイヤ8とリードフレーム9との接続部を含む領域は、封止樹脂10で保護されている。

図2(a)～(c)は、図1の半導体装置の製造方法を説明するための図解的な断面図であり、図3(a)(b)は、その金属突起4, 5近傍の拡大図である。図3(a)は図2(a)に対応しており、図3(b)は図2(b)に対応している。

【0021】

まず、半導体ウエハ(以下、単に「ウエハ」という。)Wが、ほぼ水平に載置台11の上に載置される(図2(a))。ウエハWは、親チップ1に対応する単位領域Uを多数(たとえば数千個)含んでいる(隣接する単位領域Uの境界を図2(a)(b)に破線で示す。)。ウエハWの一方表面は、活性面1aに対応する活性面Waとなっており、活性面Waには金属突起4が形成されている。金属突起4の先端部はほぼ平坦な面となっており、その面には錫からなる層(錫層)

20が形成されている(図3(a))。ウエハWは、活性面Waが上方に向けられて載置台11の上に載置される。

【0022】

載置台11の内部にはヒータ12および温度センサ13が設けられており、載置台11の上に載置されたウエハWを、温度センサ13の出力に基づいて所定の温度に加熱可能である。

続いて、子チップ2が吸着コレット14により、活性面2aの反対側の面が吸着され、活性面2aを下方に向けられてほぼ水平な状態でウエハWに対向配置される(図2(a))。金属突起5の先端部は、ほぼ平坦な面になっている。金属突起5の表面には、錫からなる層は形成されていない。また、金属突起5の幅は、金属突起4の幅より狭く(図3(a))、活性面1a、2aに垂直な方向から見て、金属突起5の面積は金属突起4の面積より小さくなっている。

【0023】

吸着コレット14は、たとえば、真空吸着により子チップ2を吸着可能なものとしてすることができる。吸着コレット14の内部で、子チップ2に接触する面近傍の部分には、ヒータ15および温度センサ16が設けられている。温度センサ16の出力に基づいてヒータ15により、吸着コレット14に吸着された子チップ2を、所定の温度に加熱できるようになっている。

次に、ヒータ15により、子チップ2が錫の融点232℃より高い第1の温度T1に加熱され、ヒータ12によりウエハWが錫の融点232℃より低い第2の温度T2に加熱される。第1の温度T1と第2の温度T2との差 ΔT は、たとえば、100℃とすることができる。

【0024】

この状態で、子チップ2の金属突起5と、対応するウエハWの金属突起4とが位置合わせされ、吸着コレット14が下降されて、金属突起4と金属突起5とが接合される(図2(b))。この際、平面視において(活性面1a、2aに垂直な方向から見て)、金属突起4は、金属突起5にほぼ完全に重なるようにされる。

このとき、錫層20は、錫の融点より高い第1の温度T1を有する金属突起5

が接触することにより、接触部近傍が錫の融点以上となり溶融する（図3（b）に、錫層20の溶融した部分に斜線を付して示す。）。同時に、金属突起5は金属突起4を介して熱を奪われ温度が下がる。その後、子チップ2は、吸着コレット14から離される。これにより、子チップ2には熱が与えられないようになり、金属突起5や溶融した錫層20は、金属突起4から急激に熱を奪われる。

【0025】

このため、子チップ2は錫の融点以下になり、溶融した錫層20は固化する。これにより、金属突起4と金属突起5とは機械的および電氣的に接合される。錫層20は、金属突起5に接触する限られた部分の近傍のみが溶融するので、金属突起4と金属突起5とが近接（接触）されても、溶融した錫層20が、金属突起4と金属突起5との間から流れ出すことはない。換言すれば、第1の温度 T_1 と第2の温度 T_2 とは、錫層20が部分的に十分溶融し、かつ、溶融した錫層20が流れ出さないような温度に設定されている。

【0026】

たとえば、第1の温度 T_1 や第2の温度 T_2 が低すぎた場合は、金属突起5は、錫層20に接触した直後に熱を奪われて錫の融点以下になってしまうので、錫層20は十分に溶融しない。したがって、金属突起4と金属突起5との間の大きな接合強度が得られない。また、第1の温度 T_1 や第2の温度 T_2 が高すぎた場合は、金属突起5が錫層20に接触すると、金属突起5が錫の融点以下になるまでに、錫層20に大量の熱が与えられ、錫層20の全体が溶融し金属突起4と金属突起5との間から流れ出してしまう。

【0027】

上述のように、錫層20のうち金属突起5の接触部近傍のみを溶融するためには、第1の温度 T_1 と第2の温度 T_2 との差 ΔT は、ある程度大きくされている方が好ましい。第1および第2の温度 T_1 、 T_2 は、これらのことを考慮して決定される。

その後、子チップ3がウエハWに接合される。子チップ3の金属突起6は、子チップ2の金属突起5と同様、先端部がほぼ平坦になっており、表面に錫からなる層は形成されていない。また、金属突起6の幅は、金属突起4の幅より狭く、

活性面 1a、3a に垂直な方向から見て、金属突起 6 の面積は金属突起 4 の面積より小さくなっている。子チップ 3 は、子チップ 2 と同様の方法により、ウエハ W に接合される。

【0028】

このようにして、1つの単位領域 U に、子チップ 2、3 が接合されたウエハ W が得られる。同様にして、ウエハ W のすべての単位領域 U に、子チップ 2、3 が接合される。

この間、子チップ 2、3 は、ウエハ W と接合するための短い時間のみ、錫の融点以上の高い温度（第 1 の温度 T_1 ）にされる。また、ウエハ W は、すべての単位領域 U に子チップ 2、3 が接合される間加熱されるが、その温度は錫の融点より低い第 2 の温度である。したがって、ウエハ W（親チップ 1）および子チップ 2、3 の特性は、ほとんど劣化しない。

【0029】

この後、図 2（c）に示すように、隣接した単位領域 U の境界に沿って、ウエハ W をダイシングソー 21 で切断することにより、子チップ 2、3 が接合された親チップ 1 が、ウエハ W から切り出される。さらに、外部取出用電極 7 とリードフレーム 9 とが、ボンディングワイヤ 8 により接続された後、親チップ 1、子チップ 2、3 などのまわりに封止樹脂 10 がモールド成形されて、図 1 に示す半導体装置が得られる。

【0030】

以上の半導体装置の製造方法において、子チップ 2、3 の接合は、親チップ 1 がウエハ W のレベルで行われるので、生産性がよい。

この発明の一実施形態の説明は、以上の通りであるが、この発明は他の形態でも実施することもできる。たとえば、ウエハ W を厳密に温度調整する必要がない場合は、温風を吹きつけることによりウエハ W を加熱してもよい。また、錫層 20 が十分に溶融する限り、ウエハ W は加熱しなくても（室温にされていても）よい。

【0031】

錫層は、親チップ 1 の金属突起 4 に形成されておらず、子チップ 2、3 の金属

突起 5, 6 に形成されていてもよい。また、金属突起 4 および金属突起 5, 6 の双方に錫層 20 が形成されていてもよい。この場合、子チップ 2, 3 が吸着コレット 14 のヒータ 15 で第 1 の温度 T_1 に加熱されることにより、錫層 20 は溶融する。そして、溶融した錫層 20 は、第 2 の温度 T_2 を有する金属突起 4 に接触すると、金属突起 4 から熱を奪われ、すぐに固化して、金属突起 4 と金属突起 5, 6 との間から流れ出すことはない。錫層 20 の融液は、完全に固化しない場合でも、温度が下がることにより流動しにくくなる。

【0032】

錫層 20 は、金属突起 5 の一部および金属突起 6 の一部に形成されており、かつ、錫層 20 が形成されていない金属突起 5, 6 に対応する金属突起 4 に形成されていてもよい。

半導体装置は、1つの親チップ 1 の上に、1つの子チップ 2 (3) のみが接合されたものであってもよく、3つ以上の子チップが接合されたものであってもよい。さらに、子チップ 2 (3) の上に別の子チップが接合されたものであってもよい。

【0033】

また、子チップ 2, 3 の接合前にウエハ W を切断し、親チップ 1 に子チップ 2, 3 を接合するようにしてもよい。この場合、親チップ 1 を第 1 の温度 T_1 にし、子チップ 2, 3 を第 2 の温度 T_2 にしてもよい。親チップ 1 に 2 つの子チップ 2, 3 を接合するための時間は短いので、親チップ 1 を第 1 の温度 T_1 に加熱しても、親チップ 1 の特性はほとんど劣化しない。

錫層 20 の代わりに、他の低融点金属またはその合金（半田）、たとえば、インジウム（In）や、錫-鉛（Pb）系の合金、錫-銀（Ag）-銅（Cu）系の合金などからなる層が形成されていてもよい。合金の場合は、第 1 の温度はその合金の固相線温度以上とすることができ、第 2 の温度はその合金の固相線温度以下とすることができる。

【0034】

子チップ 2, 3 の接合の順序は、ウエハ W のすべての単位領域 U に子チップ 2 を接合した後、ウエハ W のすべての単位領域 U に子チップ 3 を接合することとし

てもよい。

その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の変更を施すことが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態に係る製造方法により得られる半導体装置の図解的な断面図である。

【図 2】

図 1 の半導体装置の製造方法を説明するための図解的な断面図である。

【図 3】

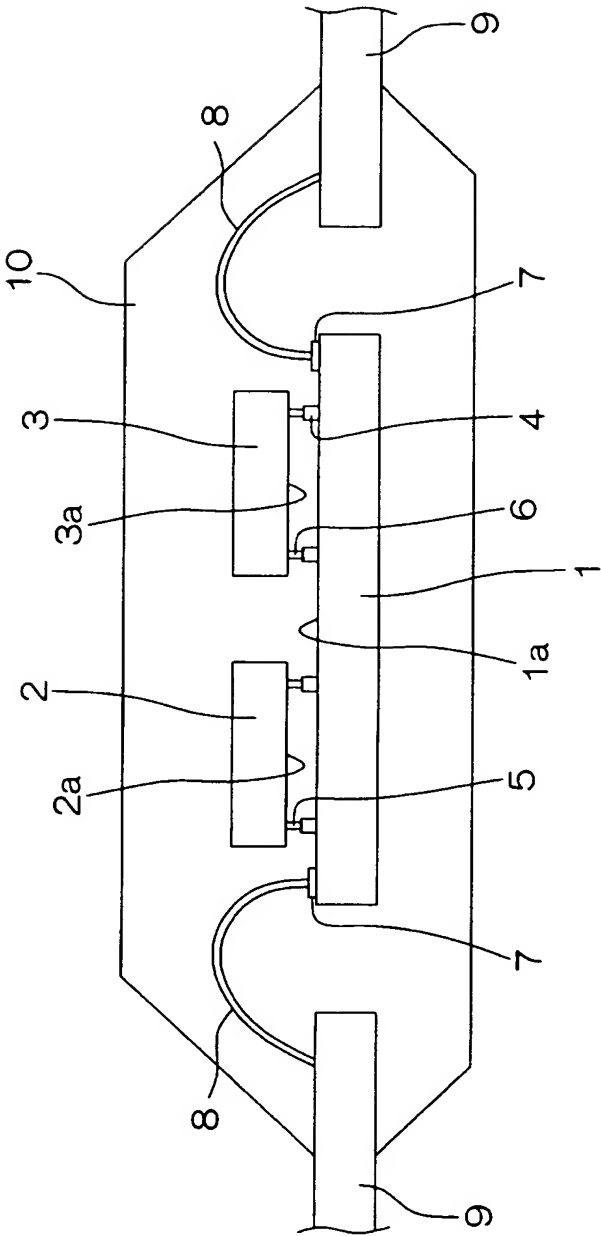
金属突起近傍の拡大図である。

【符号の説明】

- 1 親チップ
- 2, 3 子チップ
- 4, 5, 6 金属突起
- 11, 15 ヒータ
- 20 錫層
- W ウエハ

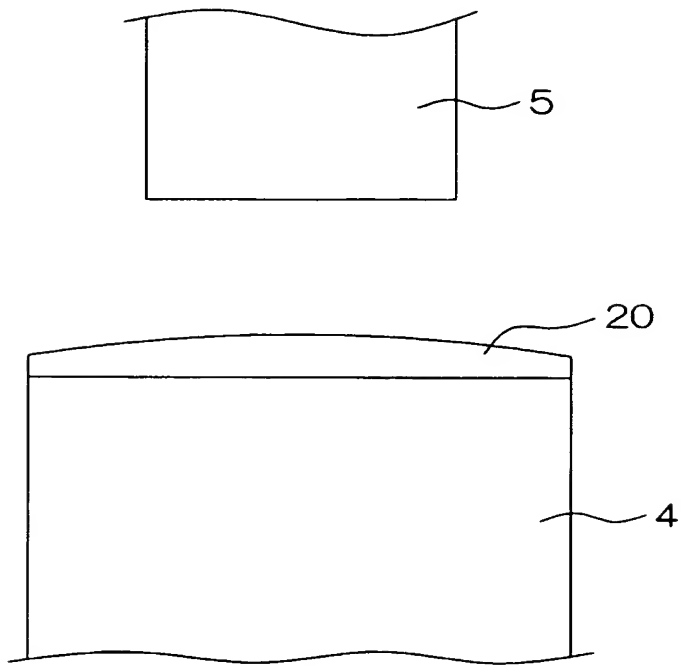
【書類名】 図面

【図 1】

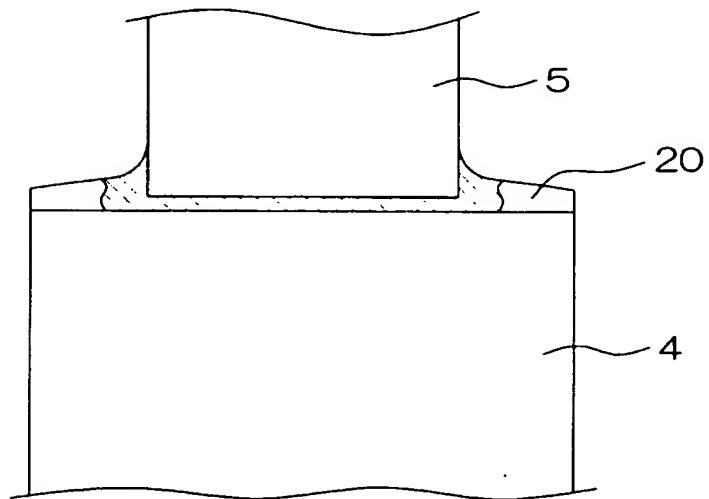


【図 3】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 第1の半導体基板に形成された金属突起と第2の半導体基板に形成された金属突起とを、良好に接合できる半導体装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 先ず、ウエハWが、金属突起4が形成された活性面Waを上にして、載置台11の上に載置される（図2（a））。金属突起4の先端部には、錫層が形成されている。続いて、子チップ2が吸着コレット13により、活性面2aを下方に向けられてウエハWに対向配置される（図2（a））。金属突起5の先端部には、錫からなる層は形成されていない。その後、子チップ2が錫の融点以上の第1の温度T1に加熱され、ウエハWが錫の融点以下の第2の温度T2にされる。そして、子チップ2がウエハWに近接されて、金属突起5が金属突起4の先端部に形成された錫層に接触された後、子チップ2およびウエハWが錫の融点以下にされる（図2（b））。

【選択図】 図2

特願 2 0 0 2 - 2 2 5 0 9 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 1 6 0 2 4]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 2 日

[変更理由]

新規登録

住 所

京都府京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地

氏 名

ローム株式会社